

場所打ち鉄筋コンクリート杭の耐震性能評価に関する研究

(その6:せん断実験2の結果と考察)

正会員 ○ 矢野 伸司\*1  
同 山田 和夫\*2  
同 山本 俊彦\*3  
同 酒向 靖二\*4

1. はじめに

前報(その5)では、本せん断実験の概要について述べたが、本報(その6)では、実験の結果について述べる。

2. 実験結果とその考察

2.1 せん断耐力:表-1は、最大耐力に関する実験結果と計算結果との比較を一覧表にして示したものである。ただし、表中の終局曲げ耐力の計算値(Q<sub>mc</sub>)は、RC杭断面の平面保持を仮定し、圧縮側コンクリートおよび主筋の応力度-ひずみ度関係を、それぞれe関数式および完全弾塑性式で近似した断面分割法によって算定した結果であり、せん断耐力の

計算値(Q<sub>uc</sub>)は、円形RC杭断面を等価な正方形断面に置換(一辺の長さD'=0.89D、D:杭断面の直径)して求めた式(1)で与えられる荒川式<sup>1)</sup>による結果である。

この表によれば、各試験体の最大耐力の実験値とe関数法による曲げ耐力の計算値との比(Q<sub>u</sub>/Q<sub>mc</sub>)は、全て1.0を大きく下回っているのがわかる。一方、最大耐力の実験値と荒川式によるせん断耐力との比(Q<sub>u</sub>/Q<sub>uc</sub>)は、0.93~1.17で平均1.07となり、荒川式による計算値は、ほぼ実験値と同等の結果を示した。

2.2 荷重-変位関係:図-1(a)および(b)は、それぞれ実験-Iおよび実験-IIによって得られた荷重-変位関係を試験体の種類別に示したものである。これらの図によれば、曲げひび割れ発生時までの段階の初期剛性およびせん断ひび割れ発生時から付着ひび割れ発生時までの間の剛性は、いずれもせん断補強筋量による差はそれほど認められないが、付着ひび割れ発生時から破壊に至るまでの範囲における荷重-変位関係は、試験体の種類によって著しく相違しているのがわかる。すなわち、せん断スパン比を1.5に設定した実験-Iの場合には、せん断補強筋のないL90-00試験体では、付着ひび割れ発生直後に試験体はせん断破壊し、荷重-変位関係は極めて脆的な性状を示しているが、せん断補強筋が配筋されているL90-10およびL90-05試験体の場合には、曲げ主筋の引張降伏後に付着ひび割れが発生し、部材剛性の急激な低下は認められるものの、その後最大耐力に至るまで安定した耐荷性能を示している。これに対して、軸力を7.5MPa加えたL90-05F

表-1 実験結果と計算結果との比較

シリーズ	記号	最大耐力時	終局曲げ耐力		せん断耐力	
		Q <sub>p</sub> (kN)	Q <sub>mc</sub> *1 (kN)	耐力比 Q <sub>u</sub> /Q <sub>mc</sub>	Q <sub>uc</sub> *2 (kN)	耐力比 Q <sub>u</sub> /Q <sub>uc</sub>
実験-I	L90-00	95.1	207.8	0.46	101.9	0.93
	L90-10	135.2	207.8	0.65	134.3	1.01
	L90-05	158.8	207.8	0.76	147.0	1.08
	L90-05F	219.5	250.9	0.87	188.2	1.17
実験-II	L60-00	148.4	311.7	0.48	147.2	1.01
	L60-10	203.6	311.7	0.65	176.2	1.16
	L60-05	210.6	311.7	0.68	188.8	1.12
	L60-05F	232.2	376.4	0.62	230.1	1.01

[注]\*1、\*2:それぞれe関数法および荒川式による結果。

$$Q_{uc} = \left\{ 0.085P_t^{0.23} \frac{(180 + \sigma_B)}{M/QD' + 120} + 2.7\sqrt{P_w \cdot \sigma_{wy}} + 0.1\sigma_N \right\} b_j \dots (1)$$

P<sub>t</sub>: 引張鉄筋比(P<sub>t</sub>=P<sub>g</sub>/4)

σ<sub>B</sub>: コンクリート強度

σ<sub>wy</sub>: せん断補強筋強度

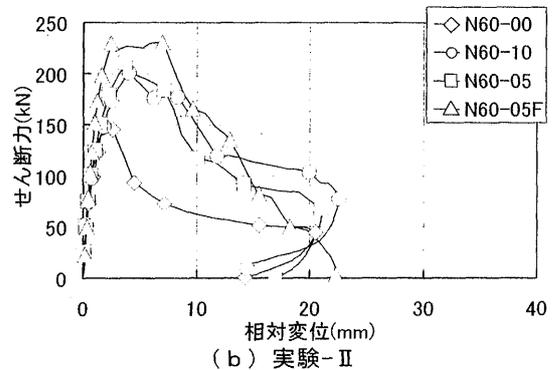
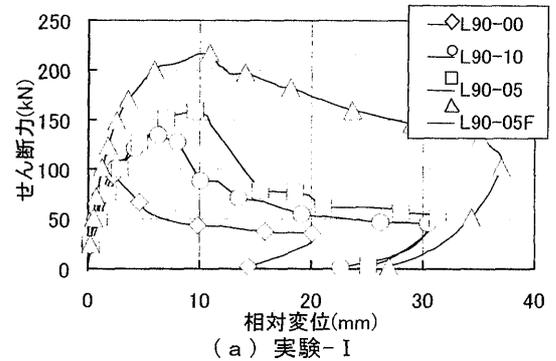


図-1 荷重-変位関係

試験体の場合には、付着ひび割れ発生後も剛性の低下は比較的緩やかであり、最大せん断耐力も著しく大きくなっている。また、限界変形角 $R_u$ を最大耐力の80%まで耐力が低下した時点の最大変形角と定義すると、L90-00、L90-10、L90-05およびL90-05F試験体の $R_u$ は、それぞれ1/220、1/100、1/75および1/45となり、せん断補強筋量の増加とともに著しく増大した。一方、せん断スパン比を1.0に設定した実験-IIの場合には、実験-Iに比べて曲げ剛性が著しく大きく、かつ全体的な荷重-変位関係がかなり脆性的な性状を示しており、せん断補強筋の効果が実験-Iほどには認められないことがわかる。また、L60-00、L60-10、L60-05およびL60-05F試験体の限界変形角 $R_u$ は、それぞれ1/170、1/65、1/75および1/70であった。

2.3 せん断耐力算定式との比較：図-2および3は、本実験結果、並びに筆者ら<sup>3),5)</sup>および他の研究者<sup>2),6)</sup>による場所打ちRC杭に関する実験結果（せん断耐力 $Q_u$ ）と終局曲げ耐力およびせん断耐力に関する計算値（ $Q_{mc}$ および $Q_{uc}$ ：それぞれ関数法および荒川式による結果を採用した）との関係を示したものである。まず、せん断耐力の計算値-実験値関係を示した図-2によれば、本実験結果を含めて殆どの実験結果は計算結果を上回っているが、特に $Q_{uc}/Q_{mc} \leq 1.0$ （最大せん断耐力がせん断破壊によって決定された場合）の範囲では、多くの結果がほぼ線上に位置しており、荒川式が円形断面を有するRC杭のせん断耐力の算定に対しても有効であることを示している。また、せん断耐力比-せん断補強量関係を示した図-3においても、せん断耐力比（ $Q_u/Q_{uc}$ ）は、せん断補強量の大きな範囲（ $P_w \cdot \sigma_{wy} = 0 \sim 2.96 \text{ MPa}$ 、ただし、 $\sigma_{wy}$ はせん断補強筋の降伏点）を含めてせん断補強量にかかわらずほぼ1.0近傍に分布しており、せん断耐力に及ぼすせん断補強量の効果を $2.7\sqrt{P_w \cdot \sigma_{wy}}$ で評価できるとした荒川式（式(1)参照）が妥当であることを示している。

### 3. むすび

本研究の結果を要約すると、およそ次のようにまとめられる。

- 1) RC杭のせん断耐力は、円形断面を等価な正方形断面に置換して求めた荒川式による計算値に対してほぼ同程度の値（耐力比：0.93~1.17（平均：1.07））を示した。
- 2) 曲げひび割れ発生までの段階における初期剛性変化およびせん断ひび割れ発生から付着ひび割れ発生までの段階におけるRC杭の変形性能は、せん断スパン比にかかわらずせん断補強筋量による相違が殆ど認められない。
- 3)  $M/QD=1.5$ の試験体では、付着ひび割れ発生後の変形特性は、せん断補強筋量の増加とともに著しく向上し、限界変形角も格段に増大するが、 $M/QD=1.0$ の試験体では、変形特性の改善はそれほど期待できない。
- 4) RC杭のせん断耐力に及ぼすせん断補強量の効果は、 $2.7\sqrt{P_w \cdot \sigma_{wy}}$ で評価できる。

#### 【参考文献】

- 1) 日本建築学会：鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説、1991
- 2) 白都 滋・稲村利男・田村昌仁・勅使川原正臣：実大場所打ちRC杭の実験的研究、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.20、No.3、pp.895-900、1998
- 3) 酒向靖二・山田和夫・山本俊彦：場所打ち鉄筋コンクリート杭のせん断挙動に関する基礎的研究、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.21、No.3、pp.493-498、1999
- 4) 吉田 誠・山本俊彦・山田和夫：鉄筋コンクリート杭の曲げせん断挙動に関する実験研究、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.21、No.3、pp.487-492、1999
- 5) 吉田 誠・新井元植・山本俊彦・山田和夫：場所打ち鉄筋コンクリート杭の曲げせん断挙動に関する実験研究、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.22、No.3、2000
- 6) 長江拓也・香取慶一・林静雄：場所打ちRC杭への高強度せん断補強筋の適用に関する考察、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.21、No.3、pp.403-408、1999

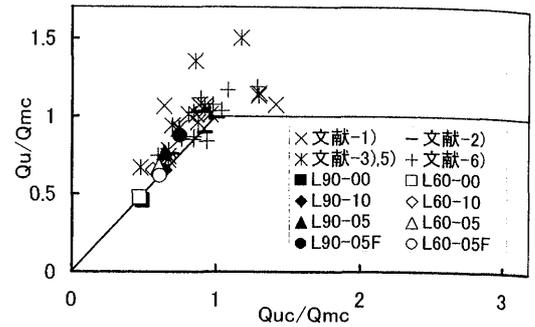


図-2 せん断耐力の計算値-実験値関係

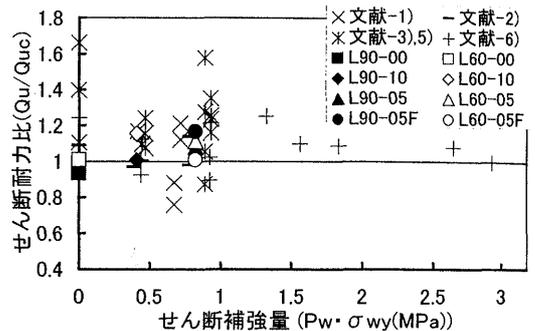


図-3 せん断耐力比-せん断補強量関係

\*1 ヨーコン(株)技術研究所

\*2 愛知工業大学工学部建築学科 教授・工博

\*3 大同工業大学工学部建設工学科 教授・工博

\*4 大同コンクリート工業(株) 修士(工学)

Yocon Co., Ltd.

Prof., Department of Architecture, Aichi Institute of Technology

Prof., Department of Architecture, Daido Institute of Technology

Master, Daido Concrete Contd.